

(11)Publication number : 2003-195275  
(43)Date of publication of application : 09.07.2003

|             |              |
|-------------|--------------|
| (51)Int.Cl. | G02F 1/1335  |
|             | G02B 3/00    |
|             | G02B 3/06    |
|             | G02F 1/13357 |
|             | G02F 1/1343  |

(21)Application number : 2001-390797  
(22)Date of filing : 25.12.2001

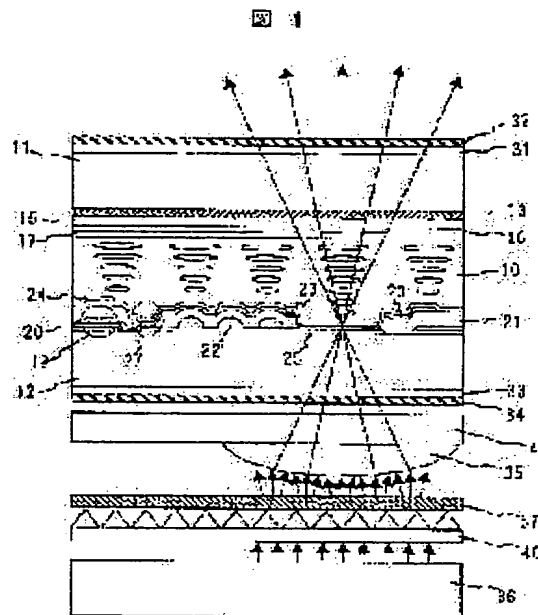
(71)Applicant : HITACHI LTD  
(72)Inventor : ITO OSAMU  
HAYATA HIROKO  
HIYAMA IKUO

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a partial transmission type liquid crystal display device highly efficiently utilizing back light.

**SOLUTION:** A transmission display part arrayed in a grid shape more closely in a scanning line direction and a columnar prism-like microlens parallel to the scanning line direction are combined. Converging efficiency of the back light is improved and bright display of high color purity is obtained under the light environment of a wide range from a dark place to a place under direct sunlight.



**\* NOTICES \***

JPO and INPT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] With the first substrate, the second substrate, and a liquid crystal layer, comprise an actuator, and said first substrate and the second substrate pinch a liquid crystal layer, and it is connected to an actuator, The first substrate is provided with a common electrode and the second substrate is provided with two or more signal wiring and scanning wiring, An intersection of signal wiring of the second substrate and scanning wiring is equipped with an active element, A transparent electrode and a reflector are connected to each active element of the second substrate, Each pixel is a liquid crystal display distributed in the shape of a lattice including a transparent indication

part and a reflective display part. A liquid crystal display in which it has a micro lens and a back light back, and each micro lens is pillar prism-like shape, and is distributed in parallel with scanning wiring, and each micro lens condenses a back light in a transparent indication part of each pixel.

[Claim 2] A liquid crystal display of claim 1, wherein a transparent indication part in each pixel is distributed in the shape of a lattice and distributed on a center line of a micro lens.

[Claim 3] Equivalent to a pixel interval of the direction of a signal wire or a liquid crystal display of claim 1 being narrower than this whose width of a micro lens is wider than a transparent indication part.

[Claim 4] A liquid crystal display of claim 1 which light intensity of a back light has angular dependence, and the maximum has near a normal line direction, and is characterized by half breadth of luminescence intensity being 5 times or more and 35 degrees or less.

[Claim 5] If an interval of a micro lens and a transparent electrode is expressed with the unit mm and height of a micro lens and combination of a ratio of width are set to (x, y), A liquid crystal display of claim 1, wherein (x, y) are in a polygon which makes a vertex (1.8, 0.1), (1.5, 0.2), (0.65, 0.5), (0.1, 0.5), (0.1, 0.2), and (0.35, 0.1).

[Claim 6] If an interval of a micro lens and a transparent electrode is expressed with the unit mm and height of a micro lens and combination of a ratio of width are set to (x, y), A liquid crystal display of claim 5, wherein (x, y) are in a polygon which makes a vertex (1.5, 0.1), (1.3, 0.2), (0.55, 0.5), (0.1, 0.5), (0.3, 0.2), and (0.9, 0.1).

[Claim 7] If an interval of a micro lens and a transparent electrode is expressed with the unit mm and height of a micro lens and combination of a ratio of width are set to (x, y), A liquid crystal display of claim 6 being in a polygon which makes a vertex ((1.1-0.17), (0.45, 0.5), (0.15, 0.5), (0.3, 0.3), (0.5, 0.2), 0.7-0.17).

[Claim 8] A liquid crystal display of claim 1, wherein a reflective display part and a transparent indication part show the normally black type impressed-electromotive-force characteristic that reflectance and transmissivity increase with impressed electromotive force.

[Claim 9] In a liquid crystal display which an indicator is constituted by two or more pixels and has a light transmission section and a light reflection section in each pixel which is two or more pixels, A liquid crystal display, wherein a light transmission section of each pixel has arranged a pillar prism-like micro lens in the direction by which scanning wiring has been arranged corresponding to a position in alignment with a light transmission section which is arranged at the almost same position of each pixel, and has been arranged at each pixel.

[Claim 10] A liquid crystal display of claim 9 having arranged said micro lens so that lights which condensed with this micro lens may gather for said light transmission section.

[Claim 11] said micro lens — a pillar prism-like vertex position — a position of said light transmission section — abbreviated \*\*\*\* — claim 9 having arranged like or a liquid crystal display of 10.

[Claim 12] A liquid crystal display given in any 1 paragraph of claims 9-11, wherein a light source is arranged at a side by which said micro lens has been arranged and said micro lens condenses light of said light source to said light transmission section.

[Claim 13] Said pixel is constituted corresponding to a field surrounded by scanning wiring arranged so that two or more signal wiring and signal wiring of this plurality may be intersected, and a micro lens of the shape of said pillar prism, A liquid crystal display given in any 1 paragraph of claims 9-12 arranging in the direction by which said scanning wiring has been arranged.

[Claim 14] A liquid crystal display of claim 13, wherein said signal wiring and said scanning wiring are arranged on a transparent substrate and are pinching a liquid crystal layer by this transparent substrate and another transparent substrate.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] The technical field to which this invention belongs is a liquid crystal display, and is a liquid crystal display in which the display of a high contrast ratio is especially shown under the extensive light environment from a dark room to the direct sunlight lower.

[0002]

[Description of the Prior Art] A high-reflective-liquid-crystal display displays by reflecting the light which enters

from the circumference using a light reflector. It is not based on the surrounding luminosity, but since the contrast ratio is constant, it is usable under the comparatively bright environment from under direct sunlight to the interior of a room. If the source of a fill-in flash is combined with a high-reflective-liquid-crystal display, an operating environment is extensible even under dark environment like a dark room.

[0003] A back light is used for the source of a fill-in flash, and the partial transmission type liquid crystal display provided with both the reflector and the transparent electrode in stroke matter displays by penetrating a back light from a transparent electrode part in a dark place. The high-reflective-liquid-crystal display which used the front light for the source of a fill-in flash displays by reflecting front light in a reflector part in a dark place.

[0004] Among these, in the partial transmission type liquid crystal display which used the back light for the source of a fill-in flash, since-izing of a reflective display part and the transparent indication part could not be carried out [ high numerical aperture ] simultaneously, there was a problem of becoming low-intensity also with a reflective display and a transparent indication. On the other hand, in JP,11-109417,A and JP,2000-154181,A, the light of the back light was condensed in the transparent indication part using the back light and micro lens of collimation nature, and the improvement in luminosity of a transparent indication is tried.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since each micro lens approaches with other micro lenses and a large number exist minutely, the shape controlling of each lens is difficult. If the shape of a micro lens is unsuitable, light of a back light cannot fully be condensed in a transparent indication part. Distribution of a micro lens and the shape must also take into consideration distribution of the collimation nature of a back light, or a transparent indication part, and must be determined. Distribution of a transparent indication part also affects pixel structure. If the transmission efficiency of a transparent indication part is not high, a high-intensity transparent indication is not obtained.

[0006] Thus, in order to improve the luminosity of a partial transmission type transparent indication, the whole design included to the pixel design of not only the condensing efficiency of a micro lens but a partial transmission type liquid crystal display, the collimation nature of a back light, and also a display mode is required. However, since such [ conventionally ] a whole design did not accomplish, the low and partial transmission type transparent indication luminosity of the condensing efficiency of the micro lens was also low. Therefore, in the conventional partial transmission type liquid crystal display, the display of good visibility was not obtained under extensive environment.

[0007] The issue which this invention tends to solve is improvement in the condensing efficiency of the micro lens which can be put on a partial transmission type liquid crystal display with a back light.

[0008]

[Means for Solving the Problem] First, arrangement of a transparent indication part and the feature of shape in a partial transmission type liquid crystal display are described. A transparent indication part has the shape of a lattice parallel to scanning wiring and signal wiring, and a lattice spacing of the direction of a signal wire is 3 times the lattice spacing of the direction of scanning wiring. Namely, in order to display a vertical bar and a horizontal line vividly, each pixel is arranged in the shape of a lattice, and in order to use together a light filter of R, G, and B3 color, as for each pixel, a ratio of the length of a scanning line direction to signal wire lay length becomes the rectangular form of the outline 1:3. If a position which a transparent indication part occupies in each pixel is set constant, a transparent indication part will also be arranged in the shape of a lattice, and a lattice spacing of the direction of a signal wire will be 3 times the lattice spacing of the direction of scanning wiring.

[0009] Shape of a transparent indication part is the shape of a square, rectangular form with an aspect ratio near 1, or polygonal shape similar to this again. Since this has a ratio of a long side to a shorter side in a pixel of rectangular form which is the outline 3:1, in a scanning line direction, a transparent indication part of each pixel approaches more, and is arranged.

[0010] Making shape of a transparent indication part into the shape of a square, rectangular form with an aspect ratio near 1, or polygonal shape similar to this again is based on the following reasons. Although an orientation method of a liquid crystal layer has the common rubbing method, when a level difference is between a transparent indication part and a reflective display part, an orientation defect may arise near the boundary line of a transparent indication part and a reflective display part. In order to shorten more length near the boundary line of a transparent indication part and a reflective display part and to reduce an orientation defect for orientation defect reduction, two or more transparent indication parts in each pixel are not arranged, but are set only to one. Shape of a transparent indication part is made into the shape of a square, rectangular form with an aspect ratio near 1, or polygonal shape with an aspect ratio near [ again ] 1.

[0011] Forming a level difference between a transparent indication part and a reflective display part is based on the following reasons. In a reflective display part, in order to display by reflecting with a reflector light which entered from the outside, light passes a liquid crystal layer a reflection front and after reflection. That is, in a reflective display part, light passes a liquid crystal layer twice. In a transparent indication part, in order to display using a back light arranged behind a liquid crystal display, light passes a liquid crystal layer once. Thus, since the number of times which passes a liquid crystal layer differs, in a reflective display part and a transparent indication part, a difference arises in light path length and light path length of a transparent indication part becomes half [ of a reflective display part ]. In this case, display efficiency of a transparent indication part falls. If a level difference is formed between a reflective display part and a transparent indication part and liquid crystal layer thickness of a transparent indication part is made thicker than a reflective display part, a difference of light path length between both can be reduced, and display efficiency of a transparent indication part can be improved.

[0012] Next, optimal shape of a micro lens combined with this is described. If shape of a micro lens is simpler, the

shape controlling also becomes easy and can condense a back light in a transparent indication part at a higher rate. A mutual position of a transparent indication part and a micro lens must be doubled so that a transparent indication part may fully become the neighborhood to a focus of a micro lens, but alignment will also become easy if shape of a micro lens is simple.

[0013]What is necessary is to make a micro lens into the shape of pillar prism, and just to make the arrangement direction parallel to a scanning line, if it takes into consideration a transparent indication part being distributed in the shape of a lattice as mentioned above, and approaching more and arranging in a scanning line direction. A micro lens is made convex, shape is simpler than making each transparent indication part correspond to the couple 1, and the control is also easy, and alignment to a transparent indication part also becomes easy. Also when reducing pixel size and performing a mass high brilliance display, shape controlling and alignment of a micro lens are easier.

[0014]An effect of condensing will be acquired if width of a micro lens is made at least larger than width in the direction of signal wiring of a transparent indication part, since a micro lens condenses to a focus only light which entered into self. If sectional shape of a micro lens is made into a curved surface of a secondary curved surface etc., even when it combines with a back light which has angular distribution in luminescence, an effect of higher condensing will be acquired. Shape of a micro lens has the effective ray tracing method, in order to calculate an optimum value of sectional shape of a micro lens, or a ratio of height to width, since it is large enough from wavelength of visible light.

[0015]If the collimation nature of a back light is good, a condensing effect of a back light by a micro lens will improve. A cold cathode tube and an electroluminescent light source are used for a light source of a back light. Since especially an electroluminescent light source has a minute light-emitting part, it can use the high surface light source of collimation nature according to a refraction effect of a light guide plate, a scattering effect, and cross protection.

[0016]If the collimation nature of a light source improves more than fixed at this time, the whole surface of a liquid crystal display will disappear uniformly. It is because an angle to an observer's observation direction is differed and an angle of an observation direction in both ends is no longer contained in angular distribution of illuminant light at both ends of a liquid crystal display. If a diffusion board is arranged and a back light is diffused between a back light and a micro lens, it is compatible in the homogeneity within a field of light source intensity, and collimation nature.

[0017]A single polarizing plate type display mode which can display a high contrast ratio is used for a display mode by low driver voltage. With a single polarizing plate type, it puts on a reflective display part, a light reflector (reflector) approaches a liquid crystal layer, and it has the structure which laminated a polarizing plate of one sheet, and phase contrast of at least one sheet on the liquid crystal layer upper surface. In addition to this in a transparent indication part, it has a polarizing plate of one sheet, and the phase contrast of at least one sheet on the liquid crystal layer undersurface.

[0018]A display mode is classified into a no Mali Close type and a no Mali open type from reflectance at the time of voltage impressing, and a transmittance change. In a no Mali Close type, reflectance and transmissivity increase with voltage impressing, and reflectance and transmissivity decrease with voltage impressing in a no Mali open type.

[0019]In order to make a single polarizing plate type display mode into a no Mali open type, a dark display must be realized using a liquid crystal layer in the state where voltage was impressed and phase contrast was substantially set to 0. For that purpose, each of upper part phase plate polarizing plates and bottom phase plate polarizing plates must be used as  $1/4$  wavelength plate. Since there are such restrictions, there is a fault that a transparent indication of a no Mali open type has low transmission efficiency. Even if it changes parameters, such as a twist angle of a liquid crystal layer, and a ratio of a retardation and a retardation of a reflective display part and a transparent indication part, into how [ Mr. ], only transmission efficiency of an abbreviation half is acquired to upper limit of transmission efficiency by absorption of a polarizing plate.

[0020]Since restrictions of a polarizing plate like a no Mali open type or a phase plate do not exist in a no Mali Close type, Transmission efficiency almost equivalent to upper limit of transmission efficiency by absorption of a polarizing plate is acquired by optimizing a polarizing plate, a phase plate, a parameter of a liquid crystal layer, and also a retardation of a reflective display part and a transparent indication part.

[0021]As mentioned above, a shape[ of a lattice ]-arranged transparent indication part which approached more in a scanning line direction, A pillar prism-like micro lens arranged in the same pitch parallel to a scanning line direction and as a pixel, Transparent indication luminosity of a partial transmission type liquid crystal display can be improved by combining a no Mali Close type single polarizing plate type display mode with a collimation nature back light using an electroluminescent light source.

[0022]According to another embodiment of this invention, with a liquid crystal display which an indicator is constituted by two or more pixels and has a light transmission section and a light reflection section in each pixel which is two or more pixels. A light transmission section of each pixel has arranged a pillar prism-like micro lens in the direction by which scanning wiring has been arranged corresponding to a position in alignment with a light transmission section which is arranged at the almost same position of each pixel, and has been arranged at each pixel.

[0023]This micro lens arranges so that lights which condensed with a micro lens may gather for a light transmission section.

[0024]this micro lens — a pillar prism-like vertex position — a position of a light transmission section — abbreviated \*\*\*\* — it arranges like.

[0025]A light source is arranged by micro lens at a side by which this micro lens has been arranged, and it is what condenses light of a light source to a light transmission section.

[0026]A pixel is constituted by pillar prism-like micro lens corresponding to a field surrounded by scanning wiring arranged so that two or more signal wiring and two or more of these signal wiring may be intersected, and it is arranged in the direction by which scanning wiring has been arranged.

[0027]It is arranged by signal wiring and scanning wiring on a transparent substrate, and they are pinching a liquid crystal layer by this transparent substrate and another transparent substrate.

[0028]

[Embodiment of the Invention]An embodiment of the invention is described more to details using an example.

[0029](Example 1) The section of the liquid crystal display element, micro lens, and back light of the liquid crystal display of this invention is shown in drawing 1. The liquid crystal display element, the micro lens, and the back light are laminated one by one. The arrangement relation between the reflective display part 38 in the micro lens 35 and each pixel of these and the transparent indication part 39 is shown in drawing 2. The micro lens 35 is pillar prism-like, and is parallel to the short side direction 53 of scanning wiring, i.e., direction, of a pixel. The width of a micro lens is 0.22 mm to the pixel interval of the direction 54 of signal wiring being 0.24 mm. the sizes of a transparent indication part are 0.09 mm x 0.06 mm to the sizes of the outside of a reflector being 0.234 mm x 0.074 mm — a pixel — it is mostly distributed in the center. In the direction of a signal wire, to keeping a 0.15-mm interval and being distributed, each transparent indication part serves as a 0.03-mm interval, and has become the lattice-like distribution which approached more in the scanning line direction in the scanning line direction. The section of a micro lens is an outline quadratic surface, and the center 52 of a micro lens is seen from a normal line direction, and is in agreement with the center 51 of a transparent indication part.

[0030]Although the second substrate, a bottom phase plate, a lower polarizing plate, and a microlens substrate exist between a micro lens and a transparent indication part, Since those thickness is about 0.5 mm, 0.1 mm, 0.15 mm, and 0.35 mm, respectively, a micro lens and a transparent indication part have about 1-mm interval. The second substrate, a bottom phase plate, a lower polarizing plate, a microlens substrate, and the refractive index of a micro lens are within the limits of 1.5 to 1.6. In consideration of the micro lens, the interval of a transparent indication part, and the refractive index, the section of the micro lens was made into the outline quadratic surface, and the ratio of the height and width was further set to 0.2. When a good light of thereby especially collimation nature enters from a normal line direction, light is condensed by the transparent indication part with a micro lens.

[0031]A liquid crystal display element mainly comprises the first substrate 11, liquid crystal layer 10, and second substrate 12, and the first substrate and second substrate pinch a liquid crystal layer. The first substrate has the light filter 13, the flattening layer 15, the common electrode 16, and the first orienting film 17 in the side close to a liquid crystal layer. It has the thin film transistor 19 and the second orienting film 24 in the side close to the liquid crystal layer of the second substrate. A thin film transistor is a reverse stagger type, and is connected to scanning wiring, signal wiring, the reflector 23, and the transparent electrode 25. Scanning wiring and signal wiring are insulated by the first insulating layer 20, and the transparent electrode and the reflector are insulated by the second insulating layer 21. The reflector and the thin film transistor are combined in the through hole 27. There is the third insulating layer in the upper surface of a reflector, there is the second orienting film in the upper surface of the third insulating layer, a liquid crystal layer is approached and the orientation direction is specified.

[0032]The portion by which the reflector has been arranged in 1 pixel is a reflective display part, and the portion by which the transparent electrode is arranged is a transparent indication part. It is about 1.5 micrometers from a reflective display part about liquid crystal layer thickness [ in / a transparent electrode is arranged under the reflector and / a transparent indication part ]. It thickens. Thereby, as for the liquid crystal layer thickness of a transparent indication part, the liquid crystal layer thickness of 5.3 micrometers and a reflective display part is set to 3.8 micrometers, and both ratio is set to about 1.4. By setting the ratio of the liquid crystal layer thickness of a transparent indication part to the liquid crystal layer thickness of a reflective display part to about 1.4, both optical path difference is compensated and the reflection efficiency and transmission efficiency near the upper limit to which a reflective display part and a transparent indication part originate in absorption of a polarizing plate are acquired.

[0033]The first substrate is a product made from a HOUKEI samgha lath, and thickness is 0.5 mm. Each portion which assumes red, green, and blue has arranged the light filter repeatedly to stripe shape, and flattening of the unevenness resulting from a light filter is carried out by the resin flattening layer. A common electrode is a product made from Indium Tin Oxide (ITO). The first orienting film is a polyimide system poly membrane, and orientation treatment was carried out by the rubbing method.

[0034]The second substrate is a product made from a HOUKEI samgha lath like the first substrate, and thickness is 0.5 mm. The second orienting film is the same polyimide system poly membrane as the first orienting film, and orientation treatment was carried out by the rubbing method. Signal wiring and scanning wiring are the products made from chromium.

[0035]When the twist angle of a liquid crystal layer was driven on about [ 3V ] comparatively low voltage, it was set as 50 degrees from which color-free clear display is easy to be obtained. The liquid crystal layer thickness in a reflective display part was 3.8 micrometers, and the double reflex of the liquid crystal material was set to 0.072. SEG1425DUHCARS same with the upper polarizing plate 32 by NITTO DENKO CORP. was used for the upper part phase plate 31 using the NRZ phase plate by NITTO DENKO CORP. Using the NAF phase plate by NITTO DENKO CORP., the retardation was set as 200 nm and the lagging-axis angle of direction was set to the bottom phase plate 33 at 120 degrees. The absorption-axis angle of direction was set as 90 degrees using SEG1425DUHCARS same with the upper polarizing plate 34 by NITTO DENKO CORP. By the above, the no Mali Close type was used also with the reflective display and the transparent indication. The impressed-electromotive-force dependency of a reflective

display and a transparent indication is shown in drawing 3. All are the no Mali Close types which a reflective display and a transparent indication increase with impressed electromotive force.

[0036]Here, an angle of direction is  $0.5\phi$  about the direction of orientation treatment of a lower substrate, if a liquid crystal display is observed from the normal line direction by the side of an upper side board and the twist angle of a liquid crystal layer is set to  $\phi$ . The definition was given counter clockwise as a degree. The fluorine-liquid-crystal material of high resistance was used for the liquid crystal layer. The polymer beads of the shape of a real ball 3.9 micrometers in diameter were distributed at a rate of about 100 per  $1\text{-mm}^2$ , and, thereby, liquid crystal layer thickness in a reflective display part was made almost uniform over the whole.

[0037]The micro lens was created as follows. By forming a photosensitive resist film on a transparent substrate, laminating a photo mask to this and carrying out pattern exposure, it left so that a resist film might be arranged to stripe shape. Next, this is heated, a resist film is softened, and the sectional shape is made convex, and the bottom is expanded, and it was made to approach more mutually. The micro lens of the structure which the pillar prism-like projection arranged in parallel as mentioned above was created.

[0038]Or a metal membrane is formed on this, the surface is hardened again, a force piston is produced using this, force piston processing of the resin layer on a substrate may be further carried out using this force piston, and a micro lens may be produced. In addition, force piston processing of the plastic plate may be carried out, using as a force piston what cut the metal surface.

[0039]The back light 36 is the composition of having two white electroluminescent light sources on the peak of the transparent material of the shape of outline rectangular form, and an electroluminescent light source mainly emits light towards a diagonal direction. This is reflected in the liquid crystal display element side using the cross protection of a height with the minute transparent material bottom. Although the light which emitted the back light has high collimation nature, the homogeneity of the luminance distribution within a field is low. Luminance distribution within a field is made more into homogeneity by passing a diffusion film. The angular dependence of luminescence intensity in the time of passing a diffusion film is shown in drawing 4. Here, the horizontal axis of drawing 4 is the polar angle which made the normal line direction 0 times. The half breadth of luminescence intensity is about 20 degrees, and good collimation nature is shown.

[0040]It was  $72\text{ cd/m}^2$  when the transparent indication luminosity of the partial transmission type liquid crystal display produced as mentioned above was measured. It was  $47\text{ cd/m}^2$  when transparent indication luminosity was measured except for the micro lens. As mentioned above, compared with the case where a micro lens is removed, the effect of the improvement in luminosity of about 1.5 time was acquired.

[0041](Example 2) The section of the liquid crystal display of this example is shown in drawing 5. Although the micro lens has been arranged under a bottom phase plate and the lower polarizing plate in the liquid crystal display of Example 1, in this example, it has arranged above a bottom phase plate and stuck on the second substrate directly. The bottom phase plate and the lower polarizing plate were separately stuck on the substrate.

[0042]As a result, it became the composition that a lower substrate and a microlens substrate intervened between a micro lens and a transparent electrode. Although the interval between a micro lens and a transparent electrode was shortened to about 0.85 mm, since change of an interval was small enough, the ratio of the height of a micro lens to width set it to 0.2 like Example 1.

[0043]When transparent indication luminosity was measured, it was  $65\text{ cd/m}^2$ , and it was  $43\text{ cd/m}^2$  when a micro lens was removed. Compared with the case where a micro lens is removed, one about 1.5 times the luminosity of this was obtained.

[0044](Example 3) In the liquid crystal display of Example 2, the micro lens was directly formed on the second substrate. The sectional view of the liquid crystal display of this invention in this case is shown in drawing 10.

[0045]As a result, since it became the composition that only the second substrate intervened between a micro lens and a transparent electrode, both interval was set to about 0.5 mm. Since the interval of a micro lens and a transparent electrode became small, the focal distance of a micro lens must be decreased according to it. In order to have to enlarge the angle at which light is refracted, the ratio of the height of a micro lens to width must be increased. Then, the ratio of the height of a micro lens to width was set to 0.3. Transparent indication luminosity was  $80\text{-cd}/[\text{m}]^2$ , and when a micro lens was removed, it was  $48\text{-cd}/[\text{m}]^2$ . Compared with the case where a micro lens is removed, one about 1.7 times the luminosity of this was obtained.

[0046](Example 4) In the composition of Example 3, it is the composition that only a lower substrate intervenes between a micro lens and a transparent electrode, and both the refractive index of a micro lens and the refractive index of a lower substrate are 1.5-1.6. In this composition, the range of the parameter with which the improvement in luminosity is obtained was calculated using the ray tracing method. It considered that a micro lens was an aggregate of a minute flat surface, and, specifically, it was assumed that it was what the light of a back light enters by the same angular distribution as any minute flat surface, and geometric optics refraction and reflection produce. The ratio of the height of a micro lens to width and the interval of a micro lens and a transparent electrode were changed variously, and the combination of the parameter with which the effect of the improvement in transmissivity is acquired was searched for.

[0047]At this time, the combination of the parameter with which the effect of the improvement in luminosity was acquired as compared with the case where a micro lens is not used is shown in drawing 6. The combination of the parameter with which the effect of the improvement in luminosity was acquired in x when the unit was set to mm and y was made into the ratio of the height of a micro lens to width at intervals of the micro lens and the transparent electrode, (x, y) It is distributed in the polygon which makes a vertex = (1.8, 0.1), (1.5, 0.2), (0.65, 0.5),

(0.1, 0.5), (0.1, 0.2), and (0.35, 0.1).

[0048]The combination of the parameter with which the effect of the improvement in luminosity of 1.25 or more times was acquired as compared with the case where a micro lens is not used is shown in drawing 7. (x, y) It is distributed in the polygon which makes a vertex = (1.5, 0.1), (1.3, 0.2), (0.55, 0.5), (0.1, 0.5), (0.3, 0.2), and (0.9, 0.1).

[0049]The combination of the parameter with which the effect of the improvement in luminosity of 1.5 or more times was acquired as compared with the case where a micro lens is not used is shown in drawing 8. (x, y) It is distributed in the polygon which makes a vertex (= (1.15-0.17), (0.45, 0.5), (0.15, 0.5), (0.3, 0.3), (0.5, 0.2), 0.7-0.17). It is = (1.0, 0.2) (x, y), and by Example 2, it is = (0.85, 0.2) (x, y), and in Example 3, it is = (0.5, 0.3) (x, y), and is distributed [ Example 1 ] within limits which all showed to drawing 8.

[0050]As mentioned above, (1.8, 0.1), the interval (mm) of a microlens array and a transparent electrode, and the height of a micro lens and the combination of the ratio of width, (1.5, 0.2), (0.65, 0.5), (0.1, 0.5), If (0.1, 0.2), and (0.35, 0.1) are chosen within the polygon made into a vertex, the effect of the improvement in luminosity will be acquired, (1.3, 0.2), (0.55, 0.5), desirably (1.5, 0.1), If (0.1, 0.5), (0.3, 0.2), and (0.9, 0.1) are chosen within the polygon made into a vertex, the effect of the improvement in luminosity of 1.25 or more times will be acquired, If ((0.45, 0.5), (0.15, 0.5), (0.3, 0.3), (0.5, 0.2), 0.7-0.17) are chosen within the polygon made into a vertex desirably (1.1-0.17), the effect of the improvement in luminosity of 1.5 or more times will be acquired.

[0051](Example 5) In the liquid crystal display of Example 1, the diffusibility of the diffusion film was changed and collimation nature produced a variously different back light. When the half breadth in the polar angle dependency of luminescence intensity is defined as collimation nature, the collimation nature of the back light of Example 1 is 20 degrees. In addition, the back light whose collimation nature is 14 degrees, 32 degrees, 40 degrees, and 55 degrees was obtained. When the diffusion film was removed, the back light whose collimation nature is 10 degrees was obtained.

[0052]The effect of the improvement in luminosity in comparison with the case where a micro lens is removed is shown in drawing 9. The vertical axis of drawing 9 is an effect of the improvement in luminosity in comparison with the case where a micro lens is removed. When collimation nature is 55 degrees and 40 degrees, most effects of the improvement in luminosity are not seen, but it turns out that the effect of the improvement in luminosity increases as the collimation nature of a back light improves rather than this. From drawing 9, if collimation nature exceeds 35 degrees, the effect of the improvement in luminosity will be acquired.

[0053]If the collimation nature of a back light improves, the effect of the improvement in luminosity will increase, but on the other hand, the homogeneity within a field of luminosity falls. For example, in the case of the liquid crystal display for cellular phones, the width is about 3 cm, and when observing this 30 cm apart, the angle which connects both ends will be about 5 times. Therefore, the half breadth in the polar angle dependency of luminescence intensity is required for at least 5 times.

[0054]As mentioned above, if collimation nature is made into 5 times or more and 35 degrees or less, the effect of the improvement in luminosity will be acquired and the homogeneity within a field of practically sufficient luminosity will be obtained.

[0055](Example 6) In the liquid crystal display of Example 1, the diffusion binder 30 has newly been arranged between the first substrate and an upper part phase plate except for toothing stratification. A diffusion binder is a binder having contained many particles, and when the refractive index of particles differs from a binder, diffusion arises. Since catoptric light diffuses with a diffusion binder even if a reflector becomes a mirror plane by having removed toothing stratification, the reflective display of the grace similar to paper is obtained. Also in such composition simplified more, the effect of the almost same improvement in luminosity as Example 1 is acquired.

[0056]By these examples, the effect of improving the display properties further from a dark place at the liquid crystal display of this invention under the extensive light environment which reaches under direct sunlight if this is carried in portable information machines and equipment etc., since an efficient reflective display and transparent indication are obtained is acquired. For example, the luminosity of a display can be improved under extensive light environment. If the light filter of high color purity is carried, after keeping the luminosity of a display equivalent conventionally, a color reproduction range is expandable. The liquid crystal display which gives the display of good visibility under extensive environment as mentioned above is realized.

[0057]

[Effect of the Invention]According to this invention, the partial transmission type liquid crystal display with a back light which the condensing efficiency of a micro lens can improve can be provided.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view showing the composition of the liquid crystal display of Example 1.

[Drawing 2] It is a perspective diagram showing distribution of the transparent indication part in Example 1 and a micro lens.

[Drawing 3] It is a figure showing the impressed-electromotive-force dependency of reflectance and transmissivity in Example 1.

[Drawing 4] It is a figure showing the angular dependence of the luminescence intensity of the back light of Example 1.

[Drawing 5] It is a sectional view showing the composition of the liquid crystal display of Example 2.

[Drawing 6] It is a figure showing the micro lens and the interval of a transparent electrode from which the effect of the improvement in luminosity was acquired as compared with the case where a micro lens is not used, the height of a micro lens, and the combination of the ratio of width.

[Drawing 7] It compares, when not using a micro lens, and it is 1.25. It is a figure showing the twice as many micro lens in which the effect of the improvement in luminosity was acquired as this, the interval of a transparent electrode, the height of a micro lens, and the combination of the ratio of width.

[Drawing 8] It is a figure showing the micro lens and the interval of a transparent electrode from which the effect of the 1.5 times as many improvement in luminosity was acquired as compared with the case where a micro lens is not used, the height of a micro lens, and the combination of the ratio of width.

[Drawing 9] It is a figure showing the dependency over the collimation nature of a back light of the effect of the improvement in luminosity.

[Drawing 10] It is a sectional view showing the composition of the liquid crystal display of Example 3.

[Drawing 11] It is a sectional view showing the composition of the liquid crystal display of Example 6.

[Description of Notations]

10 [ — Light filter, ] — A liquid crystal layer, 11 — The first substrate, 12 — The second substrate, 13 15 [ — Thin film transistor, ] — A flattening layer, 16 — A common electrode, 17 — The first orienting film, 19 20 [ — Reflector, ] — The first insulating layer, 21 — The second insulating layer, 22 — Toothing stratification, 23 24 [ — Diffusion adhesive material, ] — The second orienting film, 25 — A transparent electrode, 27 — A through hole, 30 31 [ — Lower polarizing plate, ] — An upper part phase plate, 32 — An upper polarizing plate, 33 — A bottom phase plate, 34 35 [ — A reflective display part, 39 / — A transparent indication part, 40 / — A diffusion film, 41 / — A microlens substrate, 51 / — The center of a transparent indication part 52 / — The center of a micro lens, 53 / — The direction of scanning wiring, 54 / — The direction of signal wiring. ] — A micro lens, 36 — A back light, 37 — A prism sheet, 38

---

[Translation done.]

### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

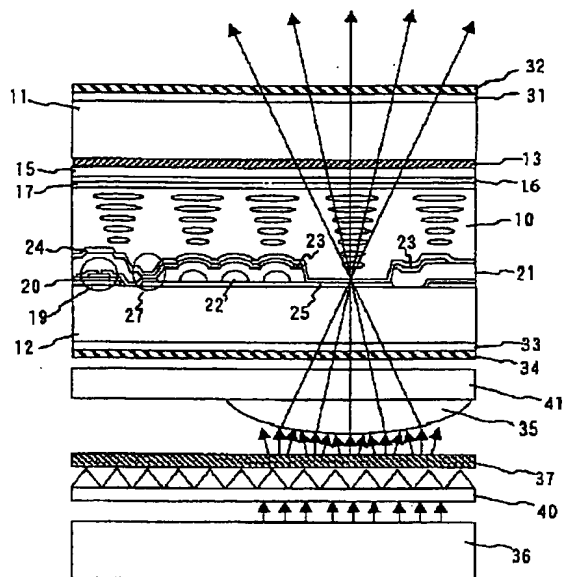
## DRAWINGS

---

[Drawing 1]

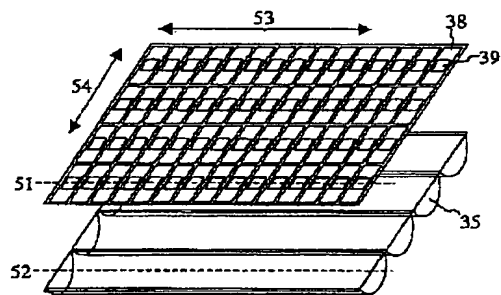


図 1



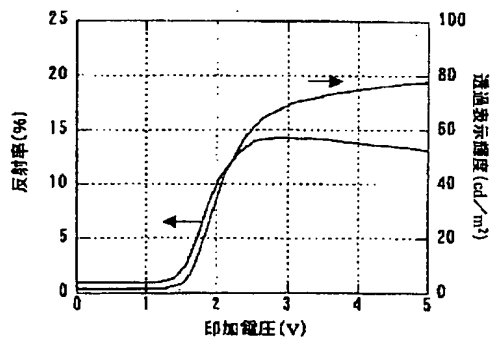
[Drawing 2]

図 2



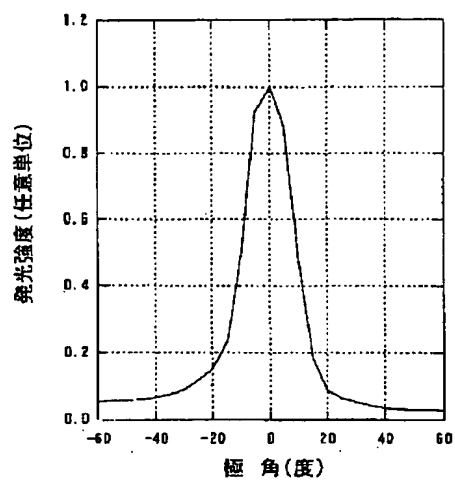
[Drawing 3]

図 3



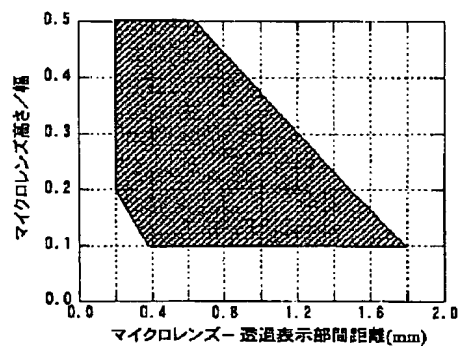
[Drawing 4]

図 4



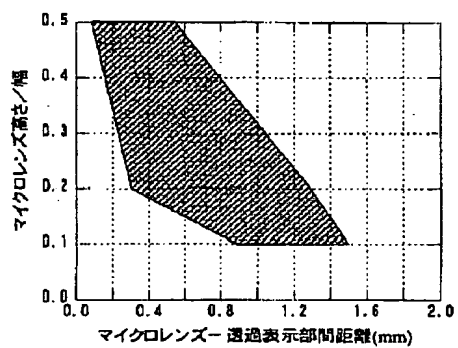
[Drawing 6]

図 6



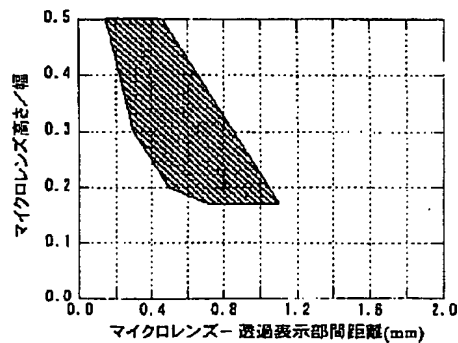
[Drawing 7]

図 7



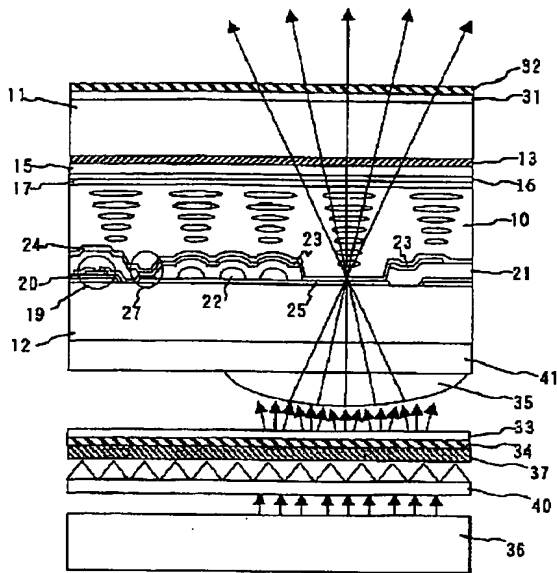
[Drawing 8]

図 8



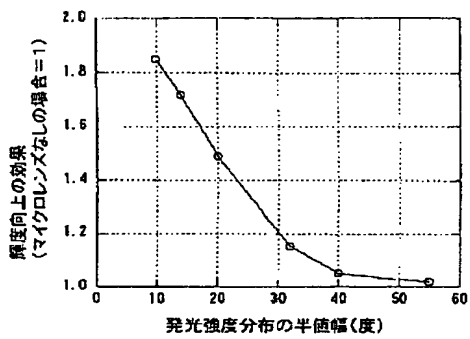
[Drawing 5]

図 5



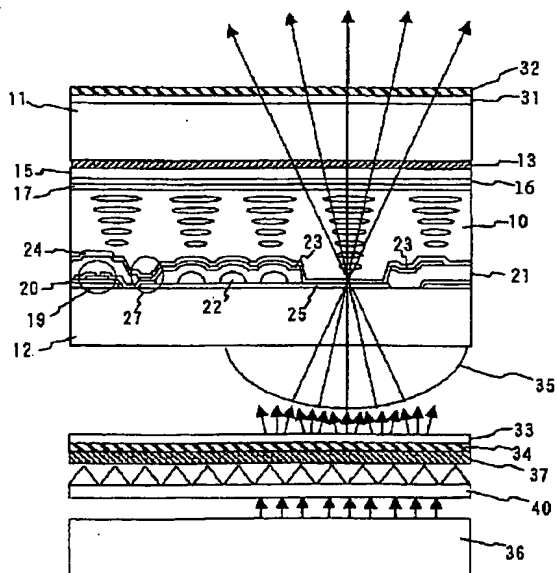
[Drawing 9]

図 9



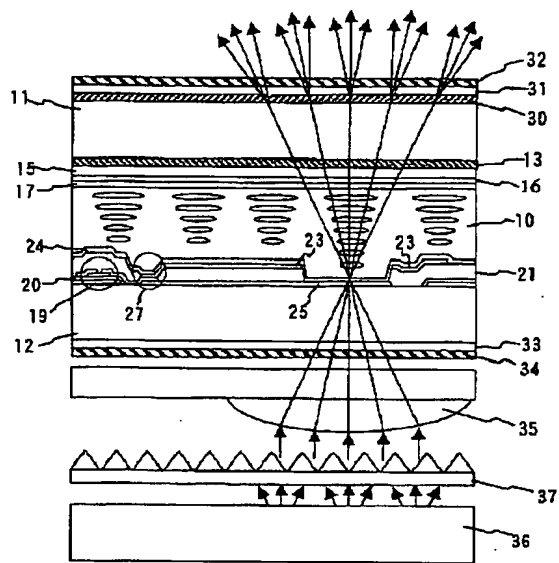
[Drawing 10]

図 10



[Drawing 11]

図 11



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-195275  
(P2003-195275A)

(43) 公開日 平成15年7月9日(2003.7.9)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I             | テ-マコード*(参考)     |
|---------------------------|-------|-----------------|-----------------|
| G 0 2 F 1/1335            | 5 2 0 | G 0 2 F 1/1335  | 2 H 0 9 1       |
| G 0 2 B 3/00              |       | G 0 2 B 3/00    | 5 2 0 2 H 0 9 2 |
| 3/06                      |       | 3/06            | A               |
| G 0 2 F 1/13357           |       | G 0 2 F 1/13357 |                 |

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-390797(P2001-390797)

(22) 出願日 平成13年12月25日(2001. 12. 25)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 伊東 理

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 早田 浩子

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所ディスプレイグループ内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

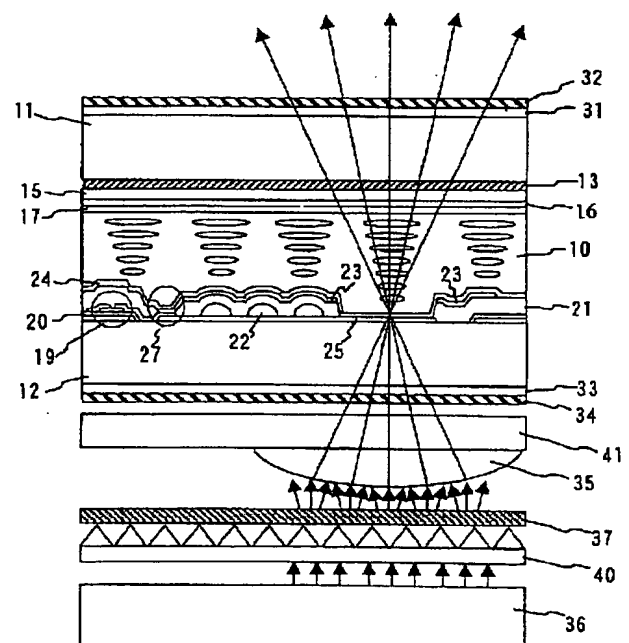
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】バックライト光を高効率で利用する部分透過型液晶表示装置の実現。

【解決手段】走査線方向においてより近接した格子状配列する透過表示部と、走査線方向に平行な円柱プリズム状マイクロレンズを組み合わせる。バックライト光の集光効率が向上し、暗所から直射日光下に及ぶ広範な光環境下において明るく高色純度の表示が得られる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第一の基板と、第二の基板と、液晶層と、駆動部から構成され、前記第一の基板と第二の基板は液晶層を挟持してかつ駆動部に接続されており、第一の基板は共通電極を備え、第二の基板は複数の信号配線と走査配線を備え、第二の基板の信号配線と走査配線の交差部にはアクティブ素子を備え、第二の基板の各アクティブ素子には透明電極と反射電極が接続され、各画素は透過表示部と反射表示部を含みかつ格子状に分布する液晶表示装置であって、

マイクロレンズとバックライトを背後に備え、各マイクロレンズは円柱プリズム状の形状でかつ走査配線に平行に分布し、各マイクロレンズは各画素の透過表示部にバックライト光を集光する液晶表示装置。

【請求項 2】各画素中の透過表示部は格子状に分布しており、かつマイクロレンズの中心線上に分布することを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 3】マイクロレンズの幅は透過表示部よりも広く、かつ信号線方向の画素間隔と同等若しくはこれよりも狭いことを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 4】バックライトの光強度は角度依存性を有し、その極大は法線方向付近にあり、発光強度の半値幅は 5 度以上、35 度以下であることを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 5】マイクロレンズと透明電極の間隔を単位 mm で表し、マイクロレンズの高さと幅の比の組み合わせを  $(x, y)$  とすると、 $(x, y)$  が  $(1.8, 0.1)$ 、 $(1.5, 0.2)$ 、 $(0.65, 0.5)$ 、 $(0.1, 0.5)$ 、 $(0.1, 0.2)$ 、 $(0.35, 0.1)$  を頂点とする多角形内であることを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 6】マイクロレンズと透明電極の間隔を単位 mm で表し、マイクロレンズの高さと幅の比の組み合わせを  $(x, y)$  とすると、 $(x, y)$  が  $(1.5, 0.1)$ 、 $(1.3, 0.2)$ 、 $(0.55, 0.5)$ 、 $(0.1, 0.5)$ 、 $(0.3, 0.2)$ 、 $(0.9, 0.1)$  を頂点とする多角形内であることを特徴とする請求項 5 の液晶表示装置。

【請求項 7】マイクロレンズと透明電極の間隔を単位 mm で表し、マイクロレンズの高さと幅の比の組み合わせを  $(x, y)$  とすると、 $(1.1, 0.17)$ 、 $(0.45, 0.5)$ 、 $(0.15, 0.5)$ 、 $(0.3, 0.3)$ 、 $(0.5, 0.2)$ 、 $(0.7, 0.17)$  を頂点とする多角形内であることを特徴とする請求項 6 の液晶表示装置。

【請求項 8】反射表示部と透過表示部は印加電圧と共に反射率、透過率が增大するノーマリブラック型の印加電圧特性を示すことを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 9】複数の画素により表示部が構成され、複数の画素の各画素内に光透過部と光反射部を有する液晶表

示装置において、

各画素の光透過部は各画素のほぼ同じ位置に配置されており、

各画素に配置された光透過部に沿った位置に対応して、円柱プリズム状のマイクロレンズを走査配線が配置された方向に配置したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】前記マイクロレンズは、前記光透過部に該マイクロレンズにより集光した光が集まるように配置したことを特徴とする請求項 9 の液晶表示装置。

10 【請求項 11】前記マイクロレンズは、円柱プリズム状の頂点位置が、前記光透過部の位置に略沿うように配置したことを特徴とする請求項 9 又は 10 の液晶表示装置。

【請求項 12】前記マイクロレンズが配置された側に光源が配置され、前記マイクロレンズは前記光源の光を前記光透過部に集光することを特徴とする請求項 9～11 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 13】前記画素は複数の信号配線と該複数の信号配線に交差するように配置した走査配線に囲まれた領域に対応して構成されており、前記円柱プリズム状のマイクロレンズは、前記走査配線が配置された方向に配置されていることを特徴とする請求項 9～12 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 14】前記信号配線及び前記走査配線は透明基板上に配置されており、該透明基板と、別の透明基板により液晶層を挟持していることを特徴とする請求項 13 の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明の属する技術分野は液晶表示装置であり、特に暗室から直射日光下までの広範な光環境下で高コントラスト比の表示を示す液晶表示装置である。

【0002】

【従来の技術】反射型液晶表示装置は反射板を用いて周囲から入射する光を反射して表示を行う。周囲の明るさによらずコントラスト比が一定であるため、直射日光下から室内までの比較的明るい環境下で使用可能である。反射型液晶表示装置に補助光源を組み合わせれば、使用環境を暗室のような暗い環境下にまで拡張できる。

【0003】バックライトを補助光源に用い、一画素内に反射電極と透明電極の両方を備えた部分透過型液晶表示装置は、暗所では透明電極部からバックライト光を透過して表示を行う。フロントライトを補助光源に用いた反射型液晶表示装置は、暗所では反射電極部においてフロントライト光を反射して表示を行う。

【0004】このうち、バックライトを補助光源に用いた部分透過型液晶表示装置では、反射表示部と透過表示部を同時に高開口率化できないので、反射表示、透過表示とも低輝度になるという問題があった。これに対し

て、特開平11-109417号、特開2000-154181では、コリメート性のバックライトとマイクロレンズを用いて透過表示部にバックライトの光を集光し、透過表示の輝度向上を試みている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】個々のマイクロレンズは微小であり、かつ他のマイクロレンズと近接して多数存在するため、個々のレンズの形状制御は困難である。マイクロレンズの形状が不適切であれば、バックライトの光を透過表示部に十分に集光できない。マイクロレンズの分布と形状はバックライトのコリメート性や透過表示部の分布も勘案して決定しなければならない。透過表示部の分布は画素構造にも影響を与える。また、透過表示部の透過効率が高くなければ高輝度の透過表示が得られない。

【0006】このように、部分透過型の透過表示の輝度を向上するためには、マイクロレンズの集光効率のみならず、部分透過型液晶表示装置の画素設計、バックライトのコリメート性、更には表示モードまで含めた全体設計が必要である。しかし、従来このような全体設計が成されなかった為、マイクロレンズの集光効率は低く、また部分透過型の透過表示輝度も低かった。そのため、従来の部分透過型液晶表示装置では、広範な環境下において良好な視認性の表示が得られなかった。

【0007】本発明が解決しようとする課題は、バックライト付の部分透過型液晶表示装置に置けるマイクロレンズの集光効率の向上である。

【0008】

【課題を解決するための手段】まず始めに、部分透過型液晶表示装置における透過表示部の配列と形状の特長について述べる。透過表示部は走査配線と信号配線に平行な格子状であり、信号線方向の格子間隔は走査配線方向の格子間隔の3倍である。すなわち、縦線と横線を鮮明に表示するために各画素は格子状に配置されており、R、G、B三色のカラーフィルタを併用するため各画素は走査線方向の長さで信号線方向の長さの比が概略1:3の長方形になる。各画素中で透過表示部の占める位置を一定とすると、透過表示部も格子状に配置され、かつ信号線方向の格子間隔は走査配線方向の格子間隔の3倍になる。

【0009】また、透過表示部の形状は正方形または縦横比が1に近い長方形、あるいはまたこれに類似の多角形状である。これが長辺と短辺の比が概略3:1である長方形の画素内にあるため、各画素の透過表示部は走査線方向においてより近接して配列する。

【0010】透過表示部の形状を正方形または縦横比が1に近い長方形、あるいはまたこれに類似の多角形状にするのは以下の理由による。液晶層の配向方法はラビング法が一般的であるが、透過表示部と反射表示部に段差がある場合、透過表示部と反射表示部の境界線近

傍で配向不良が生じる可能性がある。配向不良低減の為、透過表示部と反射表示部の境界線近傍の長さをより短くして配向不良を軽減するために、各画素中における透過表示部は複数配置せず、1つだけとする。透過表示部の形状は正方形または縦横比が1に近い長方形、あるいはまた縦横比が1に近い多角形状にする。

【0011】更に、透過表示部と反射表示部に段差を形成するのは以下の理由による。反射表示部では外部から入射した光を反射電極で反射して表示を行う為、光は反射前と反射後に液晶層を通過する。すなわち、反射表示部では光は液晶層を2回通過する。透過表示部では液晶表示装置の背後に配置されたバックライト光を利用して表示を行う為、光は液晶層を1回通過する。このように液晶層を通過する回数が異なる為、反射表示部と透過表示部では光路長に差が生じ、透過表示部の光路長は反射表示部の半分になる。この場合、透過表示部の表示効率が低下する。反射表示部と透過表示部の間に段差を形成して、透過表示部の液晶層厚を反射表示部よりも厚くすれば、両者の間の光路長の差を縮小することができ、透過表示部の表示効率を向上できる。

【0012】次に、これに組み合わせるマイクロレンズの最適な形状について述べる。マイクロレンズの形状がより単純であればその形状制御も容易になり、バックライト光をより高い割合で透過表示部に集光できる。また、透過表示部がマイクロレンズの焦点に対して十分に近傍になる様に、透過表示部とマイクロレンズの相互の位置を合わせなければならないが、マイクロレンズの形状が単純であれば位置合わせも容易になる。

【0013】前述のように透過表示部が格子状に分布し、かつ走査線方向においてより近接して配列することを考慮すれば、マイクロレンズは円柱プリズム状とし、その配列方向は走査線に対して平行にすればよい。マイクロレンズを凸状にして個々の透過表示部に一対一に対応させるよりも形状が単純でその制御も容易であり、かつ透過表示部に対する位置合わせも容易になる。また、画素サイズを縮小して大容量の高精彩表示を行う場合にも、マイクロレンズの形状制御と位置合わせがより容易である。

【0014】マイクロレンズは自身に入射した光のみを焦点に集光するため、マイクロレンズの幅を少なくとも透過表示部の信号配線方向における幅よりも広くすれば、集光の効果が得られる。また、マイクロレンズの断面形状を2次曲面等の曲面とすれば、発光に角度分布を有するバックライトと組み合わせた場合でもより高い集光の効果が得られる。また、マイクロレンズの形状は可視光の波長に対して十分大きいため、マイクロレンズの断面形状や高さや幅の比の最適値を求めるには、光線追跡法が有効である。

【0015】バックライトのコリメート性が良好であれば、マイクロレンズによるバックライト光の集光効果が

向上する。バックライトの光源には、冷陰極管やエレクトロルミネッセンス光源が用いられる。特に、エレクトロルミネッセンス光源は発光部が微小である為、導光板の屈折効果、散乱効果、干渉効果によりコリメート性の高い面光源にすることが可能である。

【0016】このとき、光源のコリメート性が一定以上に向上すると、液晶表示装置の全面が均一に見えなくなる。液晶表示装置の両端では観察者の観察方向に対する角度が異なり、両端における観察方向の角度が光源光の角度分布内に含まれなくなるからである。バックライトとマイクロレンズの間に拡散板を配置してバックライト光を拡散すれば、光源強度の面内均一性とコリメート性を両立できる。

【0017】表示モードには、低駆動電圧で高コントラスト比の表示が可能な単偏光板型の表示モードを用いる。単偏光板型とは、反射表示部に置いて反射板（反射電極）が液晶層に近接し、液晶層上面に一枚の偏光板と少なくとも1枚の位相差を積層した構造を有する。透過表示部では、このほかに液晶層下面に一枚の偏光板と少なくとも1枚の位相差を有する。

【0018】また、表示モードは電圧印加時の反射率、透過率変化からノーマリクローズ型、ノーマリオープン型に分類される。ノーマリクローズ型では電圧印加と共に反射率、透過率が増大し、ノーマリオープン型では電圧印加と共に反射率、透過率が減少する。

【0019】単偏光板型表示モードをノーマリオープン型にするためには、電圧が印加され位相差が実質的に0になった状態の液晶層を用いて暗表示を実現しなければならない。そのためには、上側位相板偏光板、下側位相板偏光板を何れも4分の1波長板にしなければならない。このような制約があるため、ノーマリオープン型の透過表示は透過効率が低いという欠点がある。液晶層のツイスト角やリタデーション、反射表示部と透過表示部のリタデーションの比などのパラメータを如何様に変えても、偏光板の吸収による透過効率の上限値に対して約半分の透過効率しか得られない。

【0020】ノーマリクローズ型ではノーマリオープン型のような偏光板や位相板の制約が存在しないため、偏光板や位相板や液晶層のパラメータ、更には反射表示部と透過表示部のリタデーションを最適化することにより、偏光板の吸収による透過効率の上限値とほぼ同等の透過効率を得られる。

【0021】以上のように、走査線方向においてより近接した格子状配列する透過表示部と、走査線方向に平行でかつ画素と同様のピッチで配列した円柱ブリズム状マイクロレンズと、エレクトロルミネッセンス光源を用いたコリメート性バックライトと、ノーマリクローズ型の単偏光板型表示モードを組み合わせることにより、部分透過型液晶表示装置の透過表示輝度を向上できる。

【0022】本発明の別の実施態様によれば、複数の画

素により表示部が構成され、複数の画素の各画素内に光透過部と光反射部を有する液晶表示装置で、各画素の光透過部は各画素のほぼ同じ位置に配置されており、各画素に配置された光透過部に沿った位置に対応して、円柱ブリズム状のマイクロレンズを走査配線が配置された方向に配置したというものである。

【0023】さらには、このマイクロレンズは、光透過部にマイクロレンズにより集光した光が集まるように配置しているというものである。

【0024】さらには、このマイクロレンズは、円柱ブリズム状の頂点位置が、光透過部の位置に略沿うように配置しているというものである。

【0025】さらには、このマイクロレンズが配置された側に光源が配置され、マイクロレンズは光源の光を光透過部に集光するものであるというものである。

【0026】さらには、画素は複数の信号配線とこの複数の信号配線に交差するように配置した走査配線に囲まれた領域に対応して構成されており、円柱ブリズム状のマイクロレンズは、走査配線が配置された方向に配置されているというものである。

【0027】さらには、信号配線及び走査配線は透明基板上に配置されており、この透明基板と、別の透明基板により液晶層を挟持しているというものである。

【0028】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、具体例を用いてより詳細に説明する。

【0029】（実施例1）本発明の液晶表示装置の液晶表示素子とマイクロレンズとバックライトの断面を図1に示す。液晶表示素子とマイクロレンズとバックライトが順次積層されている。このうちの、マイクロレンズ35と、各画素内の反射表示部38と透過表示部39の配列関係を図2に示す。マイクロレンズ35は円柱ブリズム状であり、画素の短辺方向、即ち走査配線方向53に平行である。信号配線方向54の画素間隔が0.24mmであるのに対し、マイクロレンズの幅は0.22mmである。反射電極の外側のサイズが0.234mm×0.074mmであるのに対し、透過表示部のサイズは0.09mm×0.06mmであり、画素のほぼ中央に分布する。信号線方向では各透過表示部は0.15mmの間隔を置いて分布しているのに対し、走査線方向では0.03mmの間隔となっており、走査線方向においてより近接した格子状分布になっている。マイクロレンズの断面は概略二次曲面であり、マイクロレンズの中心52は法線方向から見て透過表示部の中心51に一致する。

【0030】また、マイクロレンズと透過表示部の間には第二の基板、下側位相板、下側偏光板、マイクロレンズ基板が存在するが、それらの厚さはそれぞれおよそ0.5mm、0.1mm、0.15mm、0.35mmであるため、マイクロレンズと透過表示部はおよそ1mmの間隔がある。また、第二の基板、下側位相板、下側偏光板、マ



マイクロレンズ基板、及びマイクロレンズの屈折率は1.5から1.6の範囲内にある。マイクロレンズと透過表示部の間隔と屈折率を考慮して、マイクロレンズの断面は概略二次曲面とし、更にその高さとの比は0.2にした。これにより、特にコリメート性の良好な光が法線方向から入射した場合、光はマイクロレンズにより透過表示部に集光される。

【0031】液晶表示素子は主に第一の基板11と液晶層10と第二の基板12から構成され、第一の基板と第二の基板は液晶層を挟持する。第一の基板は、液晶層に近接する側にカラーフィルタ13と平坦化層15と共通電極16と第一の配向膜17を有する。第二の基板の液晶層に近接する側に薄膜トランジスタ19と第二の配向膜24を有する。薄膜トランジスタは逆スタガ型であり、走査配線と信号配線と反射電極23と透明電極25に接続されている。走査配線と信号配線は第一の絶縁層20で絶縁されており、透明電極と反射電極は第二の絶縁層21で絶縁されている。反射電極と薄膜トランジスタはスルーホール27で結合されている。反射電極の上面には第三の絶縁層があり、第三の絶縁層の上面には第二の配向膜があり、液晶層に近接してその配向方向を規定する。

【0032】1画素中で反射電極の配置された部分が反射表示部であり、透明電極が配置されている部分が透過表示部である。透明電極を反射電極の下方に配置し、透過表示部における液晶層厚を反射表示部よりも約1.5  $\mu\text{m}$  厚くしている。これにより、透過表示部の液晶層厚は5.3  $\mu\text{m}$ 、反射表示部の液晶層厚は3.8  $\mu\text{m}$  となり、両者の比は約1.4になる。透過表示部の液晶層厚と反射表示部の液晶層厚の比を約1.4にすることにより両者の光路差が補償され、反射表示部、透過表示部ともに、偏光板の吸収に起因する上限値に近い反射効率と透過効率を得られる。

【0033】第一の基板はホウケイサンガラス製であり、厚さは0.5 mmである。カラーフィルタは赤、緑、青色を呈する各部分がストライプ状に繰り返して配列しており、カラーフィルタに起因する凹凸は樹脂性の平坦化層により平坦化される。共通電極はIndium Tin Oxide (ITO) 製である。第一の配向膜はポリイミド系高分子膜であり、ラビング法で配向処理した。

【0034】第二の基板は第一の基板と同様にホウケイサンガラス製であり、厚さは0.5 mmである。第二の配向膜は第一の配向膜と同じポリイミド系高分子膜であり、ラビング法で配向処理した。信号配線と走査配線はクロム製である。

【0035】液晶層のツイスト角は、3 V程度の比較的低い電圧で駆動した際に無着色の明表示が得られやすい50度に設定した。反射表示部における液晶層厚を3.8  $\mu\text{m}$ に、液晶材料の複屈折を0.072にした。上側位相板31には日東電工社製のNRZ位相板を用い、上

側偏光板32には同じく日東電工社製のSEG1425DUHCARSを用いた。下側位相板33には日東電工社製のNAF位相板を用い、リタデーションは200 nm、遅相軸方位角は120度に設定した。上側偏光板34には同じく日東電工社製のSEG1425DUHCARSを用い、その吸収軸方位角は90度に設定した。以上により、反射表示、透過表示ともノーマリクローズ型にした。反射表示、透過表示の印加電圧依存性を図3に示す。いずれも印加電圧と共に反射表示、透過表示が増加するノーマリクローズ型である。

【0036】ここで、方位角は、液晶表示装置を上側基板側の法線方向から観察し、液晶層のツイスト角を $\phi$ とすると、下側基板の配向処理方向を0.5  $\phi$  度として反時計回りに定義した。液晶層には高抵抗のフッ素系液晶材料を用いた。直径が3.9  $\mu\text{m}$ の真球状のポリマービーズを1  $\text{mm}^2$  あたり約100個の割合で分散し、これにより反射表示部における液晶層厚を全体にわたってほぼ均一にした。

【0037】マイクロレンズは以下のようにして作成した。透明な基板上に感光性レジスト膜を形成し、これにフォトリソを積層してパターン露光することにより、レジスト膜をストライプ状に配列するように残した。次にこれを加熱してレジスト膜を軟化させて、その断面形状を凸状にし、かつ底面を拡大して互いにより近接するようにした。以上のようにして、円柱ブリズム状の突起が平行に配列した構造のマイクロレンズを作成した。

【0038】あるいはまた、この上に金属膜を形成して表面を硬化し、これを用いて押し型を作製して、更にはこの押し型を用いて基板上の樹脂膜を押し型加工してマイクロレンズを作製してもよい。この他にも、金属面を切削したものを押し型として用い、プラスチック基板を押し型加工してもよい。

【0039】バックライト36は概略長方形の形状の導光体の頂点に白色のエレクトロルミネッセンス光源を2個有する構成であり、エレクトロルミネッセンス光源は対角線方向に向けて主に発光する。これを、導光体底面の微小な突起部の干渉効果を利用して、液晶表示素子側に反射する。バックライトを発した光はコリメート性が高いが、面内の輝度分布の均一性が低い。拡散フィルムを通過させることにより面内の輝度分布をより均一にする。拡散フィルムを通過した時点での、発光強度の角度依存性を図4に示す。ここで、図4の横軸は法線方向を0度とした極角である。発光強度の半値幅が約20度であり、良好なコリメート性を示す。

【0040】以上のようにして作製した部分透過型液晶表示装置の透過表示輝度を測定したところ、72  $\text{cd}/\text{m}^2$  であった。また、マイクロレンズを除いて透過表示輝度を測定したところ、47  $\text{cd}/\text{m}^2$  であった。以上より、マイクロレンズを除いた場合に比べて約1.5倍の輝度向上の効果が得られた。

【0041】（実施例2）本実施例の液晶表示装置の断面を図5に示す。実施例1の液晶表示装置ではマイクロレンズを下側位相板と下側偏光板の下方に配置したが、本実施例では下側位相板の上方に配置して、第二の基板に直接貼り付けた。下側位相板と下側偏光板は別途基板上に貼り付けた。

【0042】その結果、マイクロレンズと透明電極の間には下側基板とマイクロレンズ基板が介在する構成になった。マイクロレンズと透明電極間の間隔はおよそ0.85mmに短縮したが、間隔の変化は十分に小さいため、マイクロレンズの高さと幅の比は実施例1と同様に0.2とした。

【0043】透過表示輝度を測定したところ65cd/m<sup>2</sup>であり、マイクロレンズを除いた場合には43cd/m<sup>2</sup>であった。マイクロレンズを除いた場合に比べて約1.5倍の輝度が得られた。

【0044】（実施例3）実施例2の液晶表示装置において、マイクロレンズを第二の基板上に直接形成した。この場合の本発明の液晶表示装置の断面図を図10に示す。

【0045】その結果、マイクロレンズと透明電極の間には第二の基板のみが介在する構成になった為、両者の間隔はおよそ0.5mmになった。マイクロレンズと透明電極の間隔が小さくなった為、マイクロレンズの焦点距離をそれに応じて減少しなければならない。光が屈折する角度を大きくしなければならないため、マイクロレンズの高さと幅の比を増大しなければならない。そこで、マイクロレンズの高さと幅の比を0.3とした。透過表示輝度は80cd/m<sup>2</sup>であり、マイクロレンズを除いた場合には48cd/m<sup>2</sup>であった。マイクロレンズを除いた場合に比べて約1.7倍の輝度が得られた。

【0046】（実施例4）実施例3の構成では、マイクロレンズと透明電極の間に下側基板だけが介在する構成であり、マイクロレンズの屈折率と下側基板の屈折率は共に1.5~1.6である。この構成において、輝度向上が得られるパラメータの範囲を光線追跡法を用いて計算した。具体的には、マイクロレンズを微小な平面の集合体と見なし、何れの微小平面にも同様の角度分布でバックライトの光が入射し、かつ幾何光学的な屈折と反射が生じるものと仮定した。マイクロレンズの高さと幅の比と、マイクロレンズと透明電極の間隔を様々に変えて、透過率向上の効果が得られるパラメータの組み合わせを求めた。

【0047】このとき、マイクロレンズを用いない場合に比較して輝度向上の効果が得られたパラメータの組み合わせを図6に示す。xをマイクロレンズと透明電極の間隔で単位をmm、yをマイクロレンズの高さと幅の比とすると、輝度向上の効果が得られたパラメータの組み合わせは、(x, y) = (1.8, 0.1), (1.5, 0.2), (0.65, 0.5), (0.1, 0.5), (0.

1, 0.2), (0.35, 0.1)を頂点とする多角形内に分布している。

【0048】また、マイクロレンズを用いない場合に比較して1.25倍以上の輝度向上の効果が得られたパラメータの組み合わせを図7に示す。(x, y) = (1.5, 0.1), (1.3, 0.2), (0.55, 0.5), (0.1, 0.5), (0.3, 0.2), (0.9, 0.1)を頂点とする多角形内に分布している。

【0049】マイクロレンズを用いない場合に比較して1.5倍以上の輝度向上の効果が得られたパラメータの組み合わせを図8に示す。(x, y) = (1.15, 0.17), (0.45, 0.5), (0.15, 0.5), (0.3, 0.3), (0.5, 0.2), (0.7, 0.17)を頂点とする多角形内に分布している。実施例1では(x, y) = (1.0, 0.2)であり、実施例2では(x, y) = (0.85, 0.2)であり、実施例3では(x, y) = (0.5, 0.3)であり、何れも図8に示した範囲内に分布している。

【0050】以上より、マイクロレンズアレイと透明電極の間隔(mm)、マイクロレンズの高さと幅の比の組み合わせを(1.8, 0.1), (1.5, 0.2), (0.65, 0.5), (0.1, 0.5), (0.1, 0.2), (0.35, 0.1)を頂点とする多角形内で選択すると輝度向上の効果が得られ、望ましくは(1.5, 0.1), (1.3, 0.2), (0.55, 0.5), (0.1, 0.5), (0.3, 0.2), (0.9, 0.1)を頂点とする多角形内で選択すると1.25倍以上の輝度向上の効果が得られ、更に望ましくは(1.1, 0.17), (0.45, 0.5), (0.15, 0.5), (0.3, 0.3), (0.5, 0.2), (0.7, 0.17)を頂点とする多角形内で選択すると1.5倍以上の輝度向上の効果が得られる。

【0051】（実施例5）実施例1の液晶表示装置において、拡散フィルムの拡散性を変えて、コリメート性が様々に異なるバックライトを作製した。発光強度の極角依存性における半値幅をコリメート性と定義すると、実施例1のバックライトのコリメート性は20度である。その他に、コリメート性が14度、32度、40度、55度のバックライトが得られた。また、拡散フィルムを除いたところ、コリメート性が10度のバックライトが得られた。

【0052】マイクロレンズを除いた場合に比較した輝度向上の効果を図9に示す。図9の縦軸は、マイクロレンズを除いた場合に比較した輝度向上の効果である。コリメート性が55度と40度の場合には輝度向上の効果はほとんど見られないが、これよりもバックライトのコリメート性が向上するにつれて輝度向上の効果が増加することがわかる。図9より、コリメート性が35度を超えると輝度向上の効果が得られる。

【0053】バックライトのコリメート性が向上すれば

輝度向上の効果が増大するが、その一方で、輝度の面内均一性が低下する。例えば、携帯電話用の液晶表示装置の場合その幅は約3 cmであり、これを30 cm離れて観察する場合、両端を結ぶ角は約5度になる。そのため、発光強度の極角依存性における半値幅は、最低でも5度は必要である。

【0054】以上より、コリメート性を5度以上、35度以下にすれば、輝度向上の効果が得られてかつ実用上十分な輝度の面内均一性が得られる。

【0055】(実施例6) 実施例1の液晶表示装置において、凹凸形成層を除き、第一の基板と上側位相板の間に拡散粘着剤30を新たに配置した。拡散粘着剤は微粒子を多数含んだ粘着剤であり、微粒子の屈折率が粘着剤とは異なることにより拡散が生じる。凹凸形成層を除いたことにより反射電極が鏡面になっても、拡散粘着剤により反射光が拡散されるため、紙に似た品位の反射表示が得られる。このようなより簡略化した構成においても、実施例1とはほぼ同様の輝度向上の効果が得られる。

【0056】これらの実施例により、本発明の液晶表示装置では高効率の反射表示と透過表示が得られるため、これを携帯型の情報機器等に搭載すれば、暗所から直射日光下に及ぶ広範な光環境下においてその表示特性を一層向上する効果が得られる。例えば、広範な光環境下において表示の明るさを向上できる。高色純度のカラーフィルタを搭載すれば、表示の明るさを従来同等に保った上で色再現範囲を拡大できる。以上のようにして、広範な環境下で良好な視認性の表示を与える液晶表示装置が実現される。

【0057】

【発明の効果】本発明によれば、マイクロレンズの集光効率の向上が可能なバックライト付の部分透過型液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図2】実施例1における透過表示部とマイクロレンズの分布を示す透視図である。

【図3】実施例1における反射率と透過率の印加電圧依

存性を示す図である。

【図4】実施例1のバックライトの発光強度の角度依存性を示す図である。

【図5】実施例2の液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図6】マイクロレンズを用いない場合に比較して輝度向上の効果が得られたマイクロレンズと透明電極の間隔と、マイクロレンズの高さと幅の比の組み合わせを示す図である。

【図7】マイクロレンズを用いない場合に比較して1.25倍の輝度向上の効果が得られたマイクロレンズと透明電極の間隔と、マイクロレンズの高さと幅の比の組み合わせを示す図である。

【図8】マイクロレンズを用いない場合に比較して1.5倍の輝度向上の効果が得られたマイクロレンズと透明電極の間隔と、マイクロレンズの高さと幅の比の組み合わせを示す図である。

【図9】輝度向上の効果の、バックライトのコリメート性に対する依存性を示す図である。

【図10】実施例3の液晶表示装置の構成を示す断面図である。

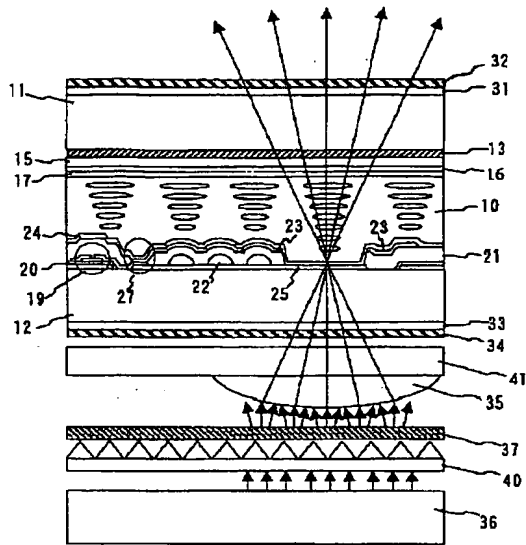
【図11】実施例6の液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

10…液晶層、11…第一の基板、12…第二の基板、13…カラーフィルタ、15…平坦化層、16…共通電極、17…第一の配向膜、19…薄膜トランジスタ、20…第一の絶縁層、21…第二の絶縁層、22…凹凸形成層、23…反射電極、24…第二の配向膜、25…透明電極、27…スルーホール、30…拡散粘着材、31…上側位相板、32…上側偏光板、33…下側位相板、34…下側偏光板、35…マイクロレンズ、36…バックライト、37…プリズムシート、38…反射表示部、39…透過表示部、40…拡散フィルム、41…マイクロレンズ基板、51…透過表示部の中心、52…マイクロレンズの中心、53…走査配線方向、54…信号配線方向。

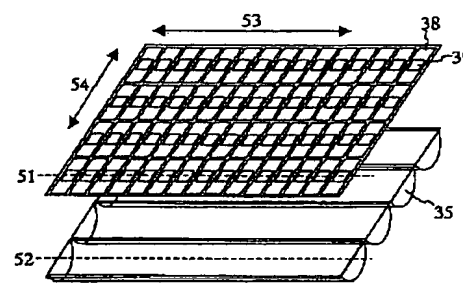
【図1】

図 1



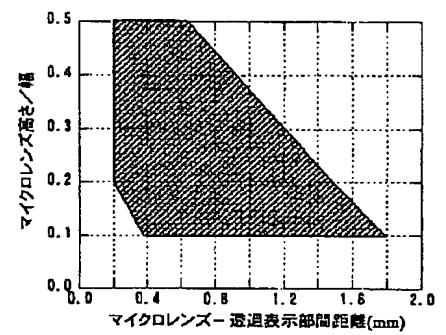
【図2】

図 2



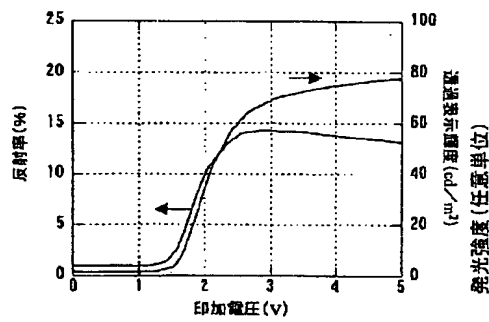
【図6】

図 6



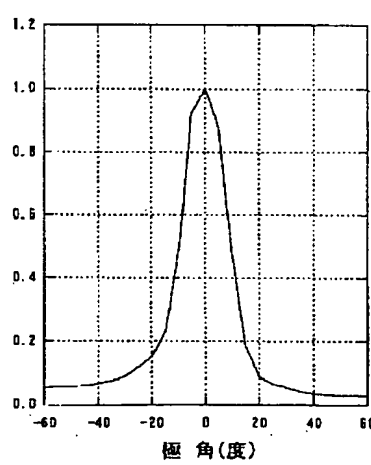
【図3】

図 3



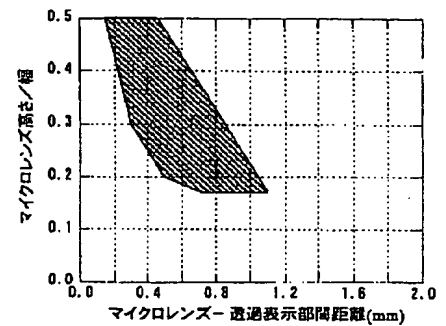
【図4】

図 4



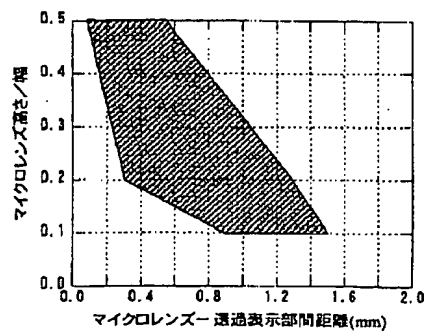
【図8】

図 8



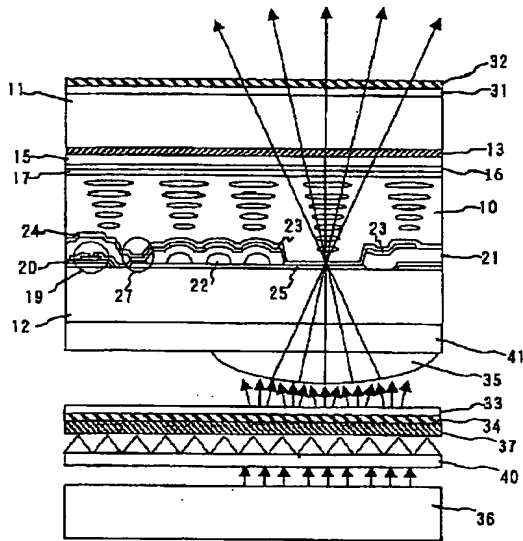
【図7】

図 7



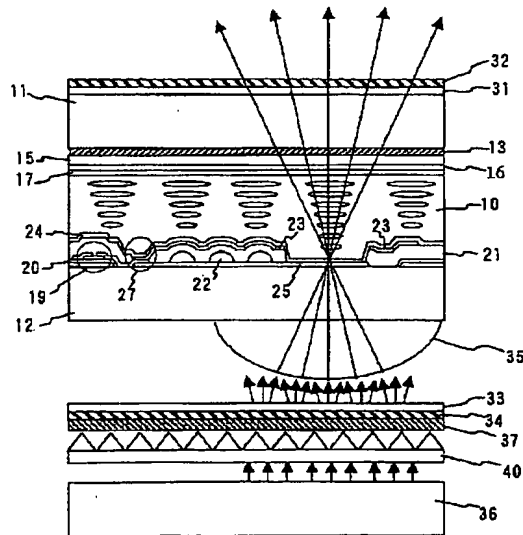
【図5】

図 5



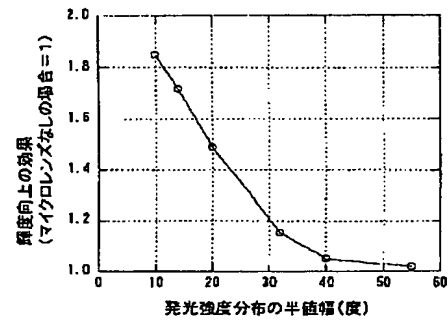
【図10】

図 10



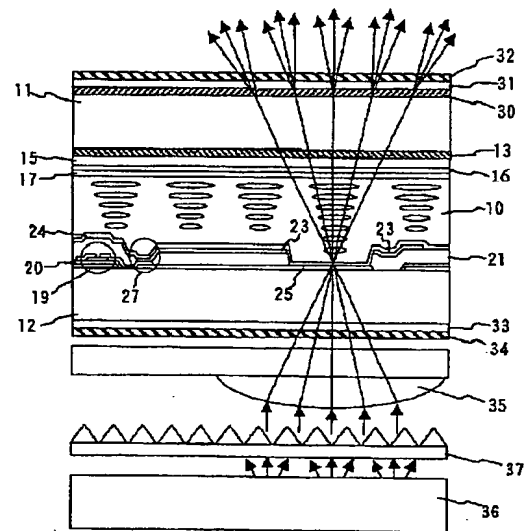
【図9】

図 9



【図11】

図 11



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 F 1/1343

識別記号

F I  
G 0 2 F 1/1343

テーマコード (参考)

(72)発明者 檜山 郁夫  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

F ターム(参考) 2H091 FA08X FA08Z FA11Z FA14Y  
FA28Z FA29Z FA32Z FA43Z  
FA44Z FB02 FC22 FC26  
FD13 GA03 LA16 LA17  
2H092 GA17 HA03 HA05 JA24 NA01  
PA07